



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift  
⑩ DE 42 20 015 A 1

②1 Aktenzeichen: P 42 20 015.6  
②2 Anmeldetag: 19. 6. 92  
④3 Offenlegungstag: 23. 12. 93

⑤1 Int. Cl. 5:  
**F 04 D 19/04**  
F 04 D 25/06  
// F 04 C 2/344, H 02 K  
5/128, 7/09

2387 U.S.P.T.O.  
10/771753



DE 42 20 015 A 1

⑦1 Anmelder:  
Leybold AG, 63450 Hanau, DE

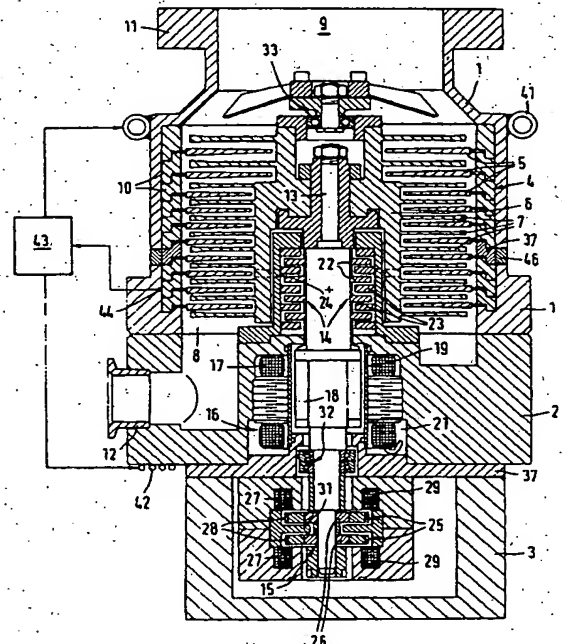
⑦4 Vertreter:  
Leineweber, J., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 50859 Köln

⑦2 Erfinder:  
Schütz, Günter, 5000 Köln, DE; Szirmay, Markus,  
5000 Köln, DE

⑤5 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:  
FR 20 38 536  
Prospekt PM 800490PD »Pfeiffer-Turbomolekular-  
pumpen, S.8,9;

⑤4 Gasreibungsvakuumpumpe

⑤7 Die Erfindung betrifft eine Gasreibungsvakuumpumpe mit einem Hochvakuum (HV)-Bereich und einem Vorvakuum (VV)-Bereich sowie mit einer Kühlung (35, 41); um beim Einsatz einer derartigen Pumpe bei chemischen Prozessen Feststoffbildungen auf den pumpaktiven Flächen zu vermeiden, wird vorgeschlagen, daß die Kühlung in den HV-Bereich eingeleitet wird.



DE 42 20 015 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 10: 93 308 051/221

6/46

Die Erfindung bezieht sich auf eine Gasreibungsvakuumpumpe mit einem Hochvakuum (HV)-Bereich und einem Vorvakuum (VV)-Bereich, sowie mit einer Kühlung.

Zu den Gasreibungsvakuumpumpen gehören Molekularpumpen, Turbomolekularpumpen und Kombinationen davon. Die pumpaktiven Flächen einer Molekularpumpe werden von den einander zugewandten Flächen eines Rotors und eines Stators gebildet, wobei der Rotor und/oder der Stator mit einer gewindeähnlichen Struktur ausgerüstet sind. Turbomolekularpumpen weisen — ähnlich wie eine Turbine — Rotor- und Statorschaufeln auf, welche die pumpaktiven Flächen bilden. Die auf der Eintrittsseite befindlichen pumpaktiven Flächen bilden den Hochvakuum (HV)-Bereich. Die der Austrittsseite benachbarten pumpaktiven Flächen werden mit Vorvakuum (VV)-Bereich bezeichnet. Kombinierte Gasreibungspumpen sind in der Regel im HV-Bereich als Turbomolekularpumpe und im VV-Bereich als Molekularpumpe ausgebildet.

Gasreibungsvakuumpumpen der beschriebenen Art sind für die Erzeugung eines Hochvakuums (ab  $10^{-3}$  mbar und weniger) geeignet. Sie benötigen eine sich an den VV-Bereich anschließende Vorvakuumpumpe, z. B. eine Drehschieberpumpe.

Pumpen der beschriebenen Art werden immer häufiger zur Evakuierung von Kammern oder Rezipienten eingesetzt, in denen chemische Prozesse, wie Beschichtungs- oder Ätzprozesse usw., ablaufen. Bei derartigen Applikationen fallen relativ grobe Gasmengen an, die bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung des erforderlichen Vakuums von der Gasreibungsvakuumpumpe abgeführt werden müssen. Grobe Gasmengen bedeutet für die pumpaktiven Flächen eine hohe thermische Belastung. Auch der Antriebsmotor und die Rotorlagerungen — seien sie als Wälzlager oder als Magnetlager ausgebildet — tragen zur Wärmeerzeugung bei. Schließlich kann bei den geschilderten Einsätzen das Prozeßgas selbst warm sein. Bei den in chemischen Prozessen eingesetzten Gasreibungsvakuumpumpen ist es deshalb erforderlich, diese in an sich bekannter Weise mit einer Kühlung auszurüsten.

Bei den geschilderten Einsatzfällen besteht das Problem der Feststoff-Belastung der Gasreibungsvakuumpumpe. Die Bildung und Abscheidung von Feststoffen kann aufgrund chemischer Reaktionen von Bestandteilen der abzupumpenden Gase untereinander, durch Reaktionen von Gasbestandteilen an den pumpaktiven Flächen und/oder durch katalytische Effekte erfolgen. Die Abscheidung von Feststoffen führt zu Schichtbildungen, die insbesondere in Vakuumpumpen mit kleinen Spalten sehr bald Verengungen der Spalte und damit eine Abnahme der Leistung der Pumpe zur Folge haben. Auch Abrasionen, Spielabzehrungen usw. treten auf, die mit erhöhten Verschleißerscheinungen einhergehen und damit zu reduzierten Standzeiten führen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Gasreibungsvakuumpumpe der eingangs erwähnten Art derart zu kühlen, daß die geschilderten, mit dem Einsatz der Pumpe bei chemischen Prozessen verbundenen Feststoffbildungs-Probleme weitestgehend beseitigt sind.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Kühlung der Pumpe in den HV-Bereich eingeleitet wird. Im Gegensatz zur üblichen Kühlung von Turbomolekularvakuum-pumpen, die grundsätzlich von

der VV-Seite her erfolgt, werden die Kühleinrichtungen nach der Erfindung hochvakuumseitig angeordnet, so daß die Kühlung der Pumpe zur Hauptsache von dieser Seite her erfolgt. Diese Maßnahme beruht auf der Erkenntnis, daß eine besonders wirksame Kühlung im HV-Bereich die Bildung von Feststoffen wegen des geringen Drucks noch nicht begünstigt. Von Bedeutung ist es, daß die pumpaktiven Flächen im W-Bereich wärmer sind als im HV-Bereich, da die Feststoffbildung mit zunehmendem Druck und abnehmender Temperatur begünstigt wird. Da bei erfindungsgemäß ausgebildeten Gasreibungsvakuumpumpen neben dem Druck auch die Temperatur zunimmt, kommt es innerhalb der Gasreibungspumpe nicht oder nur kaum zu den befürchteten Feststoffbildungen.

Da insbesondere bei magnetgelagerten Gasreibungspumpen der Motor und seine Lagerungen nur einen unwesentlichen Beitrag zur thermischen Belastung der Vakuumpumpe liefern, kann es sogar zweckmäßig sein, im Vorvakuum-Bereich eine Heizung vorzusehen, um die in diesem Bereich gewünschten, relativ hohen Betriebstemperaturen aufrechtzuerhalten. Es muß lediglich sichergestellt sein, daß die oberen Temperaturgrenzen der im VV-Bereich befindlichen Bauteile — Motor, Magnetmaterial, Wälzlager, Rotorscheufeln (Fliehkraftfestigkeit) usw. — nicht überschritten werden. Nur dann, wenn im VV-Bereich zu hohe Temperaturen auftreten, ist auch im VV-Bereich eine Kühlung notwendig. Die Wirkung dieser Kühlung muß so gering gewählt werden, daß das gewünschte Temperaturprofil im Sinne der vorliegenden Erfindung erhalten bleibt.

Um das gesetzte Ziel zu erreichen, kann es weiterhin zweckmäßig sein, einen Wärmeleitwiderstand zwischen dem HV-Bereich und dem W-Bereich der erfindungsgemäßen Gasreibungsvakuumpumpe vorzusehen. Durch diesen Widerstand wird erreicht, daß die Wirkung der in den HV-Bereich eingeleiteten Kühlung im VV-Bereich begrenzt ist, so daß dort die gewünschten, relativ hohen Temperaturen aufrecht erhalten werden können. Sind sowohl im HV-Bereich eine Kühlung als auch im VV-Bereich eine Heizung vorgesehen, dann verhindert der Wärmeleitwiderstand einen unnötigen Temperatureausgleich und damit eine wirtschaftliche Aufrechterhaltung des Temperaturgefälles.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand von in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispielen erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 eine erfindungsgemäß ausgebildete Turbomolekularvakuum-pumpe mit einer Luftkühlung und

Fig. 2 eine Turbomolekularvakuum-pumpe mit einer Flüssigkeitskühlung.

Die in den Fig. 1 und 2 dargestellten Turbomolekularvakuum-pumpen weisen die Gehäuseteile 1, 2 und 3 auf. Das Gehäuseteil 1 umgibt den Stator 4. Der Stator 4 besteht aus mehreren Distanzringen 10, zwischen denen die Statorschaufeln 5 gehalten sind. Die Statorschaufeln 5 und die am Rotor 6 befestigten Rotorscheufeln 7 sind wechselnd in Reihen angeordnet und bilden den ringförmigen Gasförderkanal 8. Der Gasförderkanal 8 verbindet den Einlaß 9 der Pumpe, gebildet vom Anschlußflansch 11, mit dem Auslaß 12, an den üblicherweise eine Vorvakuumpumpe angeschlossen ist.

Der Rotor 6 ist auf einer Welle 13 befestigt, die sich ihrerseits über Magnetlagerungen 14 und 15 im Gehäuse der Pumpe abstützt. Zwischen den beiden Magnetlagerungen 14 und 15 befindet sich der Antriebsmotor 16, der von der Spule 17 und dem mit der Welle 13 rotierenden Anker 18 gebildet wird. Der Antriebsmotor 16 ist

als Spaltrohrmotor ausgebildet. Das zwischen Spule 17 und Anker 18 angeordnete Spaltrohr ist mit 19 bezeichnet. Die Spule 17 befindet sich in einem vom Spaltrohr und vom Gehäuseteil 3 gebildeten Raum 21, der für die von der Pumpe 1 geförderten Gase nicht zugänglich ist.

Das obere Magnetlager 14 ist als passives Magnetlager ausgebildet. Es besteht aus rotierenden Ringscheiben 22, welche auf der Welle 13 befestigt sind, und ortsfesten Ringscheiben 23, die von der Hülse 24 umgeben sind. Das weitere Magnetlager 15 ist teilweise aktiv (in axialer Richtung) und teilweise passiv (in radialer Richtung) ausgebildet. Um dieses zu erreichen, sind auf der Welle 13 Ringscheiben 25 befestigt, welche jeweils aus einem Nabenring 26, einem Permanentmagnetring 27 und einem Armierungsring 28 bestehen. Diese Armierungsringe haben die Aufgabe, Zerstörungen der Permanentmagnetringe 27 infolge der hohen Fliehkräfte zu vermeiden.

Den rotierenden Permanenttringen 27 sind feststehende Spulen 29 zugeordnet. Diese bilden Magnetfelder, die mit Hilfe des durch die Spulen fliegenden Stromes veränderbar sind. Die Änderungen des Spulenstromes erfolgen in Abhängigkeit von Axialsensoren, welche nicht dargestellt sind.

Im Spalt zwischen den mit der Welle rotierenden Ringscheiben 25 befindet sich eine feststehende Ringscheibe 31 aus nicht magnetisierbarem Material hoher elektrischer Leitfähigkeit. Dieses Material bewirkt eine Lagerstabilisierung mit wirkungsvoller Wirbelstromdämpfung. Ein dem Magnetlager 15 entsprechendes Lager ist in der europäischen Patentschrift 155624 offenbart.

Die in Fig. 1 dargestellte Torbomolekularpumpe ist mit einer Luftkühlung 35 ausgerüstet. Bestandteil dieser Luftkühlung ist das Gebläse 36. Der vom Gebläse 36 erzeugte Kühlluftstrom ist nur auf den HV-Bereich der dargestellten Pumpe gerichtet. Die gewünschte Kühlung wird deshalb nur in diesem Bereich wirksam. Die Kühlluft kühlt zunächst den HV-seitigen Abschnitt des Gehäuses 1 und damit den HV-Bereich des dem Gehäuse 1 anliegenden Stators 4. Die Kühlung des Rotors 6 mit seinen Rotorschäufeln 7 erfolgt durch Strahlung. Die Kühlwirkung nimmt zur VV-Seite hin ab, so daß sich während des Betriebs dort höhere Temperaturen einstellen als im HV-Bereich.

Bestehen beispielsweise das Gehäuse 1 aus Edelstahl, ein schlechter Wärmeleiter, und die Statorringe 10 aus Aluminium, ein guter Wärmeleiter, dann kann es zweckmäßig sein, einen Wärmewiderstand 37 vorzusehen. Dieser ist als Ring aus schlecht wärmeleitendem Material ausgebildet und Bestandteil des Statorring-Paketes. Der Wärmewiderstand 37 trennt thermisch die HV-Seite des Stators von der VV-Seite, so daß der VV-seitige Bereich des Stators höhere Temperaturen annehmen kann.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 hat der Wärmewiderstand 37 im Querschnitt die Form eines einfachen Ringes. Durch weitere Ringe wird seine Querschnittsform zu einem Statorring 10 ergänzt. Auch ein kompletter Statorring 10 kann aus wärmeisolierendem Material bestehen und den Wärmewiderstand 37 (vgl. Fig. 2) bilden. Schließlich besteht die Möglichkeit, zur Bildung des Wärmeleitwiderstandes einen Statorring stirnseitig mit einer wärmeisolierenden Schicht zu versehen.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist die dargestellte Turbomolekularpumpe HV-seitig mit einem Kühlrohr 41 versehen, das mit dem Gehäuse 1 durch

Löten oder Schweißen verbunden ist. Während des Betriebs ist das Rohr 41 von einem geeigneten Kühlmittel (z. B. Wasser) durchströmt. Gleichzeitig ist VV-seitig eine Heizung 42 vorgesehen, mit der die VV-Seite auf die gewünschte erhöhte Temperatur gebracht wird. Zur kontrollierten Aufrechterhaltung eines bestimmten Temperaturgefälles von der W-Seite zur HV-Seite ist eine nur schematisch dargestellte Regeleinrichtung 43 vorgesehen. Sie regelt die Temperatur oder die Menge des durch das Kühlrohr 41 strömenden Kühlmittels und/oder den der Heizung 42 zugeführten Strom, und zwar in Abhängigkeit von Signalen, die von einem oder mehreren Temperatursensoren geliefert werden. Ein Sensor 44 ist dargestellt. Mit ihm wird die Temperatur im VV-Bereich überwacht, die unter Einhaltung der oben erwähnten Temperaturgrenzen möglichst hoch sein soll.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist neben dem Wärmeleitwiderstand 37 des Stators auch das Gehäuse 1 in etwa gleiche Höhe mit einem Wärmeleitwiderstand 46 ausgerüstet. Diese Maßnahme ist erforderlich, wenn das Gehäuse 1 aus gut wärmeleitendem Werkstoff, beispielsweise Aluminium, besteht. Eine wirksame thermische Trennung der W-Seite von der HV-Seite wird dadurch erzielt. Falls nötig, können auch der Rotor 6 und die Hülse 24 des Magnetlagers 14 mit Wärmeleitsperren (gestrichelt eingezeichnet) versehen sein.

#### Patentansprüche

1. Gasreibungsvakuumpumpe mit einem Hochvakuum (HV)-Bereich und einem Vorvakuum (VV)-Bereich sowie mit einer Kühlung (35, 41), dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlung in den HV-Bereich eingeleitet wird.
2. Pumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ihre VV-Seite mit einer Heizung (42) ausgerüstet ist.
3. Pumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie zur thermischen Trennung der HV-Seite von der VV-Seite mit einem oder mehreren Wärmeleitwiderständen (37, 46) ausgerüstet ist.
4. Pumpe nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß sie auf ihrer HV-Seite mit einer Luftkühlung (35, 36) oder einer Flüssigkeitskühlung (41) ausgerüstet ist.
5. Pumpe nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Regeleinrichtung (43, 44) vorgesehen ist, welche die Kühlung (35, 36, 41) und/oder die Heizung (42) in Abhängigkeit von Signalen regeln, die von einem oder mehreren Temperatursensoren (44) geliefert werden.
6. Pumpe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß sie als Turbomolekularpumpe mit einem Gehäuse (1) und einem Stator (4) ausgebildet ist, der mehrere Distanzringe (10) aufweist.
7. Pumpe nach den Ansprüchen 3, 6 dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (1) und/oder der Stator (4) und/oder der Rotor (6) und/oder die Hülse (24) eines Lagers (14) mit einem Wärmeleitwiderstand ausgerüstet sind.
8. Pumpe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß einer der Distanzringe (10) des Stators (4) aus schlecht wärmeleitendem Werkstoff besteht oder damit beschichtet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

